

ATTERBERG LIMIT DAN DIRECT SHEAR STRENGTH TANAH LEMPUNG DENGAN SPENT CATALYST RCC-15 DAN $\text{Ca}(\text{OH})_2$

¹⁾Anita Setyowati Srie Gunarti, ²⁾Elma Yulius

^{1,2)}Fakultas Teknik Universitas Islam “45” Bekasi
Jl. Cut meutia No. 83 Bekasi Telp. 021- 88344436
Email: anitassgunarti@gmail.com

Abstract

Improvement of physical and mechanical properties of the soil should be used if it is found that the soil does not meet the technical requirements to be used as supporting building or street. Therefore, before it is used as a building support, need further research on soil stabilization. In this study used the waste from UP VI Pertamina Balongan Indramayu produced large enough that Spent Catalyst RCC 15 combined with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ or commonly referred to as the lime stabilization of clay material. Waste Utilization of Spent Catalyst RCC 15 which reaches 20 tons / day course will reduce the burden will even eliminate the cost of management, otherwise will bring significant benefits.

One method of stabilization of soil chemical stabilization as an effort to increase strength, reduce the decline, and improve the physical and mechanical properties. In this study, chemical stabilization method is used to test the Atterberg Limits and Direct Shear on native soil and soil stabilized with lime Spent Catalyst 3% and 1.5%, 3%, 4.5% were cured for 7 days .

The addition of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ and Spent Catalyst RCC 15 on clay is able to change the value of the land for the better plasticity. The increase in the value of the friction angle and cohesion shown in optimum soil stabilization with lime content Spent Catalyst 3% and 1.5%. Cohesion has increased by 3.2% and the angle of friction in an increase of 27.3%.

Key Words: Spent Catalyst RCC 15, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, Soil Stabilization, Direct Shear Strength, Atterberg Limit.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penanganan limbah dapat dilakukan dengan cara perolehan kembali (*recovery*), pemanfaatan kembali (*reuse*) dan daur ulang (*recycle*), pemanfaatan ini disamping akan mengurangi limbah bahan berbahaya dan beracun, baik dari segi kualitas maupun kuantitas akan mengoptimalkan sumber daya alam. Penanganan Limbah ini harus khusus dan diatur oleh negara dalam Peraturan Pemerintah nomor 19 Tahun 1994, dan sekarang baru direvisi dengan diberlakukannya Peraturan Pemerintah Nomor 85 Tahun 1999 tentang pengelolaan limbah berbahaya dan beracun.

Pemanfaatan suatu limbah B3 harus didahului suatu penelitian yang mencakup berbagai aspek keamanan manusia dan lingkungan serta ekonomi dan efisien. (Sudirja, 2008). Pada penelitian ini akan digunakan metode perbaikan tanah secara kimiawi dengan menggunakan kapur dan limbah yaitu spent catalyst RCC 15.

Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan dukungnya. Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai, misalnya kompresibilitas, permeabilitas, maupun plastisitasnya.

Usaha-usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung telah banyak dilakukan dengan cara seperti: cara fisis, mekanis dan kimiawi. Menurut (Suryolelono, 1999) cara fisis dilakukan dengan mencampur tanah lempung dengan tanah bergradasi atau menambah serat fiber, cara mekanis yaitu memberi perkuatan bahan sintetis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung, dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan abu sekam padi serta bahan kimia lainnya.

Para peneliti terdahulu menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan.

Penggunaan bahan kimia dalam stabilisasi tanah telah digunakan oleh beberapa orang peneliti dengan menggunakan metode dan obyek penelitian yang berbeda, tetapi mempunyai sasaran yang sama yaitu perbaikan sifat teknis dan peningkatan kekuatan tanah. Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan daripada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Gunarti, 2013.

1.2. Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah tanah lempung yang berada di lokasi kampus Universitas Islam "45" Bekasi (Unisma)
2. Bahan stabilisasi yang digunakan adalah kapur dan spent catalyst RCC
3. Kondisi tanah terusik dan tidak terusik.
4. Konsentrasi yang digunakan yaitu kapur 3% dan spent catalyst RCC yaitu 1,5%, 3%, 4,5%.
5. Lama pemeraman dibatasi sampai dengan 7 hari
6. Pengujian yang dilakukan yaitu *Atterberg Limit* dan *Direct Shear Test*.
7. Semua pengujian menggunakan standar ASTM dan JIS

1.3. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan perbaikan pada sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung dengan kapur dan spent catalyst sebagai bahan stabilisasi, dimana konsentrasi kapur sebesar 3% dan spent catalyst variatif sebanyak 1,5%, 3%, 4,5% untuk mendapatkan nilai perbaikan sifat fisis dan mekanis tanah lempung dengan kadar yang paling optimal **terhadap nilai kuat gesernya**.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai perubahan sifat fisik dan mekanis tanah lempung akibat perubahan kimia, mempelajari pengaruh bahan kimia yang paling efektif terhadap tanah serta mengoptimalkan pemanfaatan limbah spent catalyst RCC 15.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan pemerintah untuk perencanaan bangunan-bangunan sipil seperti perencanaan jalan dan gedung khususnya pada lokasi penelitian yaitu kampus unisma Bekasi dan dapat melengkapi hasil-hasil penelitian yang sudah ada.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Tanah lempung di lokasi kampus Universitas Islam “45” Bekasi (Unisma)
2. Bahan tambah: Kapur dan spent catalyst RCC 15 dari UP VI Pertamina Balongan Indramayu dengan proporsi campuran yaitu: kapur 3% dan spent catalyst 1,5%, 3%, 4,5%
3. Air yang tersedia di laboratorium

2.2. Alat

Dalam pengujian ini pengujian akan dilaksanakan di beberapa tempat diantaranya di laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik sipil Fakultas Teknik Unisma, instansi pemerintah, dan sebagainya. Adapun peralatan yang digunakan adalah :

1. Alat utama : Direct Shear Test
2. Alat bantu : 1 set alat uji Atterberg Limit, alat bor, tabung contoh, cawan, timbangan, desikator, oven, saringan, pisau perata, gelas ukur, piknometer, termometer, *groving tool*, *stop watch*, air raksa, alat pengaduk, gelas silindris, *sieve shaker*, mangkok Cassagrande, plat kaca, alat *vacuum*.

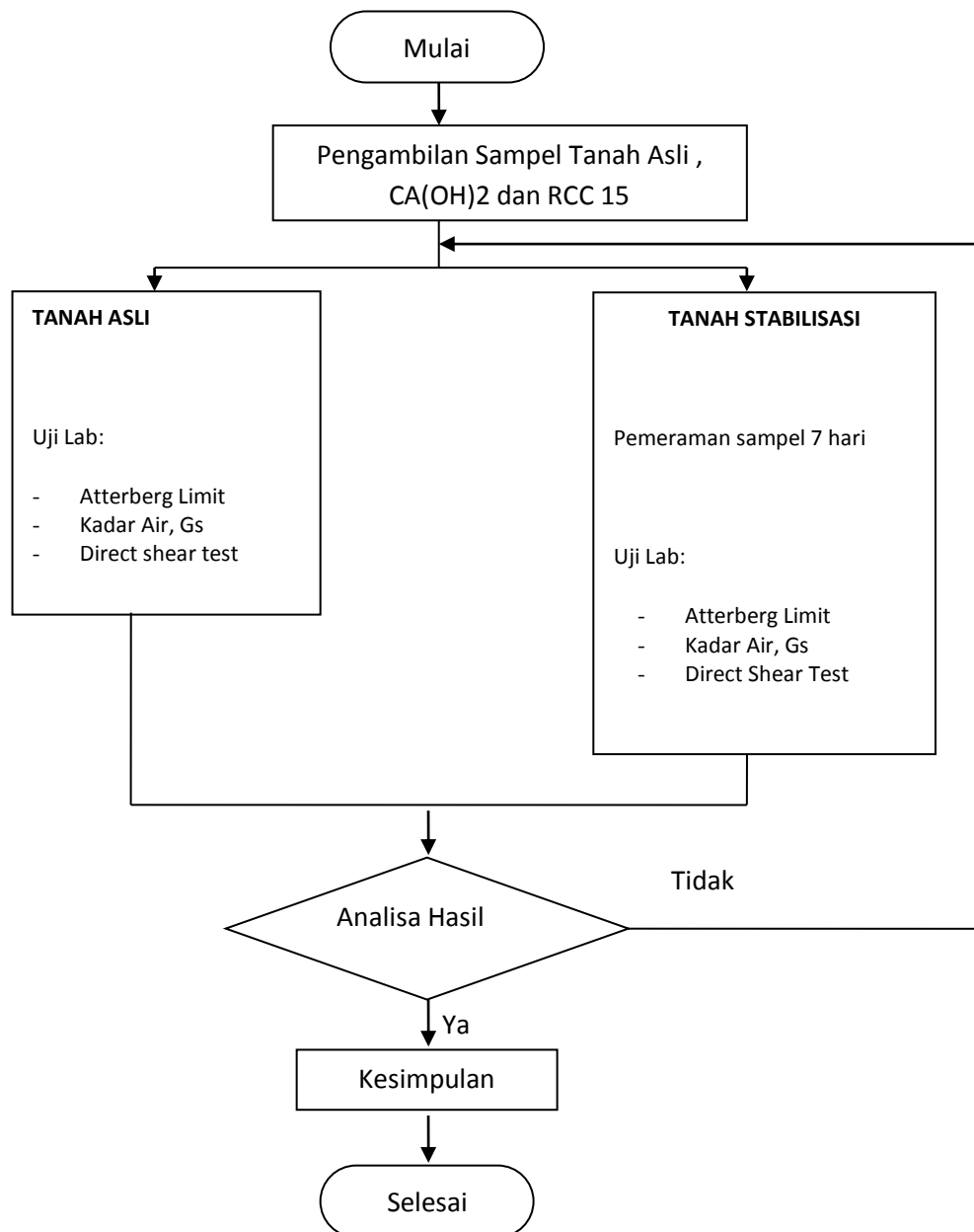
2.3. Lokasi Pengujian

Pengujian dilakukan di dua tempat yaitu di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Islam “45” Bekasi, dan di Laboratorium Mekanika Tanah Balai Irigari Dinas PU Kota Bekasi.

2.4. Prosedur

1. Uji pendahuluan, tujuannya untuk mengetahui sifat fisis tanah. Adapun uji yang dilakukan adalah :
 - a. Uji kadar air, tujuannya untuk menentukan kadar air tanah yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering yang dinyatakan dalam prosen (ASTM D 2216-80).
 - b. Uji *specific gravity* tanah, tujuannya untuk menentukan nilai *specific gravity* tanah yang diuji (ASTM D 854-91)
 - c. Uji Atterberg Limit meliputi batas cair dan batas plastis (ASTM D4318-84).
2. Uji utama yaitu uji Direct Shear

Untuk mengetahui secara keseluruhan tahapan pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir berikut ini :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL PENELITIAN

Hasil uji laboratorium mekanika tanah terbagi menjadi dua bagian yaitu hasil uji sifat fisik dan hasil uji sifat mekanis. Hasil uji secara lengkap dicantumkan dalam lampiran dan secara garis besar ditampilkan pada bab ini dalam bentuk tabel dan grafik.

1. Hasil uji sifat fisik Tanah

Uji sifat fisik yang meliputi uji berat jenis tanah, uji batas Atterberg tanah asli terangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat fisik tanah

No	Deskripsi	Tanah Asli 1.00-1.50 m undisturbed	Tanah Asli 1.50– 2.00m undisturbed	1,5%RCC + 3% Kapur	3%RCC + 3% Kapur	4,5%RCC + 3% Kapur
1	Gs	2,603	2,691	2,6482	2,6553	2,6648
2	Kadar Air	58,51	48,72	27,335	27,485	27,015
3	Batas Cair	87,65%	74,80%	63,100	66,320	68,650
4	Batas Plastis	31,02%	28,36%	33,661	34,1205	34,5395
5	Indeks Plastisitas	56,63	46,44	29,439	32,1995	34,1105

Tabel 2. Hasil Uji Analisis Gradasi Butiran

Ukuran ayakan (mm)	Total lolos (%) Tanah Asli 1.00- 1.50m Undisturbed	Total lolos (%) Tanah Asli 1.50-2.00 m undisturbed	Total lolos (%) Tanah Asli Disturbed	Total lolos (%) Tanah+1,5%RCC + 3% Kapur	Total lolos (%) Tanah+3%RCC + 3% Kapur	Total lolos (%) Tanah+4,5% RCC + 3% Kapur
50.8			-	-	-	-
38.1			-	-	-	-
25.4			-	-	-	-
19.1			-	-	-	-
9.52			-	-	-	-
4.76			100	100	100	100
2.00			94.36	94.16	94.12	93.53
0.84			90.25	91.31	88.39	87.18
0.42			86.85	86.88	83.48	79.34

0.25	84.82	82.56	78.19	75.08
1.105	83.55	78.68	74.53	71.26
0.074	82.58	77.25	72.32	69.30

2. Hasil uji sifat mekanis

Uji sifat mekanis tanah meliputi uji kuat geser langsung yang terangkum dalam Tabel berikut ini:

Tabel 3. Hasil Uji Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

No	Tanah Asli	1,5% RCC + 3% Kapur	3% RCC + 3% Kapur	4,5% RCC + 3% Kapur
C (kg/cm ²)	0.031	0.032	0.023	0.021
ϕ (°)	11	14	12	9
Tan ϕ	0.1944	0.2493	0.2126	0.1584

B. ANALISA

1. Karakteristik Fisik

Indeks Plastisitas (IP) dapat digunakan sebagai tolok ukur awal dalam mengidentifikasi ekspansifitas tanah. Chen (1975) dalam Fathani dan Adi (1999) memberikan kriteria apabila $IP > 35\%$, maka lempung termasuk kriteria ekspansif, persentase kandungan fraksi lempung (lolos saringan no.200) $> 95\%$ dan batas cair $> 60\%$, maka tanah memiliki derajat pengembangan yang sangat tinggi. Dari hasil uji sebagaimana yang telah ditampilkan pada butir A (hasil penelitian), tanah memiliki IP sebesar 56,63% pada kedalaman 1.00 – 1.50 m dan 46,44% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Persentase kandungan fraksi lempung lolos saringan no.200 adalah 85,538% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 62,716% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Batas cair sebesar 87,65% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Maka tanah dapat disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi.

Tanah bergradasi baik jika mempunyai koefisien gradasi (C_c) antara 1 dan 3, dengan koefisien keseragaman (C_u) > 15 (Hardiyatmo, 1994). Dalam penelitian ini tanah memiliki nilai C_c dan C_u yaitu 0 (nol) dikarenakan tidak memiliki nilai dibawah 10% lolos saringan. Maka tanah ini termasuk bergradasi buruk karena tidak memenuhi kriteria koefisien gradasi dan koefisien keseragaman.

Berdasarkan klasifikasi yang diberikan Unified, dan hasil uji batas cair diketahui tanah memiliki batas cair sebesar 87,65 pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan

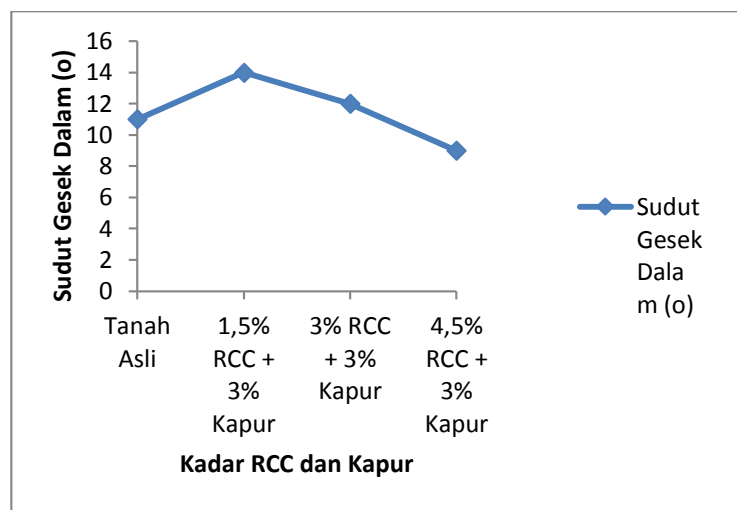
74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m (> 50%), maka tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).

Campuran Kapur dan RCC pada tanah menurunkan nilai Indeks Plastisitas dari Tanah asli yaitu 56,63 menjadi 29,44.

2. Karakteristik Mekanis

Sifat Mekanis Tanah ditentukan dari nilai sudut gesek dalam dan kohesinya.

A. Sudut Gesek Dalam ϕ ($^{\circ}$)

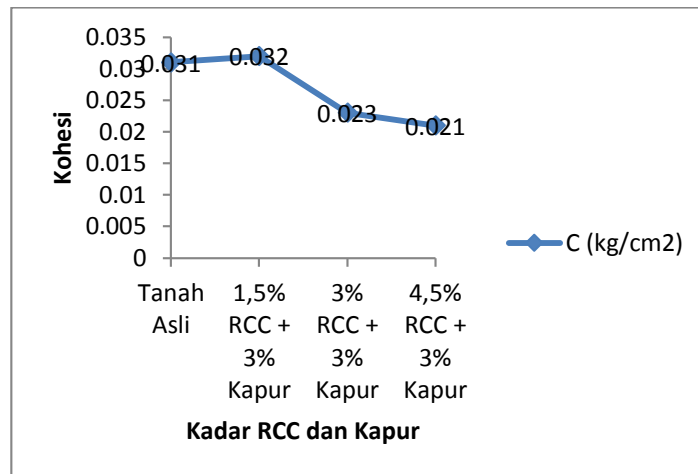


Gambar 2. Grafik Sudut gesek dalam Kadar RCC dan Kapur

Gambar 2. Menunjukkan nilai Sudut Gesek dalam yang paling optimum terhadap tanah asli yaitu di campuran 1,5% RCC dan 3% kapur, semakin banyak kadar RCC ditambahkan kedalam tanah, sudut gesek dalam pada tanah semakin menurun.

B. Kohesi

Gambar 3. Menunjukkan nilai Kohesi yang paling optimum terhadap tanah asli yaitu di campuran 1,5% RCC dan 3% kapur, semakin banyak kadar RCC ditambahkan kedalam campuran tanah, kohesi pada tanah semakin menurun.



Gambar 3. Grafik Kohesi Terhadap Kadar RCC dan Kapur

4. KESIMPULAN

Hasil pengujian dan analisa diperoleh sebagai berikut:

Karakteristik fisik tanah asli yaitu IP sebesar 56,63% pada kedalaman 1.00 – 1.50 m dan 46,44% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Persentase kandungan fraksi lempung lolos saringan no.200 adalah 85,538% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 62,716% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Batas cair sebesar 87,65% pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m. Maka tanah dapat disimpulkan memiliki pengembangan yang tinggi serta bergradasi buruk karena tidak memenuhi kriteria koefisien gradasi dan koefisien keseragaman.

Hasil uji batas cair diketahui tanah asli memiliki batas cair sebesar 87,65 pada kedalaman 1.00 – 1,50 m dan 74, 80% pada kedalaman 1.50 – 2.00 m (> 50%), maka tanah termasuk dalam jenis CH (lempung anorganik dengan plastisitas tinggi).

Tanah yang distabilisasi dengan Kapur dan RCC menurunkan nilai IP terhadap tanah asli dan menurunkan kadar airnya.

Penambahan Kapur dan RCC pada Tanah lempung meningkatkan nilai Sudut gesek dalam dan Kohesi, namun semakin bertambahnya kadar RCC justru menurunkan nilai Sudut gesek dalam dan kohesinya.

5. REFERENSI

- Anastasia, 1991, *Stabilitas Tanah Semen Dan Kimia Pada Tanah Lempung Bandung*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
- Anonim, 1992, *Annual Book of ASTM*, Section 4. 08, Philadelphia, USA.
- Anonim, 1998, *Panduan Praktikum Mekanika Tanah Bagian I & II*, JTS FT UGM, Yogyakarta.
- Bowles, J.E., 1984, *Physical and Geotechnical Properties of Soil*, Mc Graw-Hill, USA.
- Craigh, R.F., 1987, *Mekanika Tanah*, Edisi 4 Erlangga, Jakarta.
- Das, B.M., 1985, *Principles of Geotechnical Engineering*, PWS Publisher, Boston.
- Fathani, T.F., dan Adi, D.A., 1999, *Perbaikan Sifat Lempung Expansif dengan Penambahan Kapur*, Prosiding Seminar Nasional Geoteknik, Jurusan Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Gunarti, A. S. S, 2014, *Daya Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Dan Kapur*, Jurnal BENTANG Vol 2/No. 01, jurusan Teknik Sipil Unisma, Bekasi.
- Gunarti, A. S. S, 2013, *Atterberg Limit pada Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Natrium Karbonat*, Jurnal BENTANG Vol 1/No. 02, jurusan Teknik Sipil Unisma, Bekasi
- Hardiyatmo, H.C., 1994, *Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II*, PT. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta
- Ingles, O.G dan Metcalf, J.B., 1972, *Soil Stabilization Principles and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne.
- Kezdi, A., 1979, *Stabilized Earth Roads*, Scientific Publishing Company, Amsterdam – London - New York.
- Paputungan, F, S, dkk, 2012, *Pemanfaatan Limbah Spent Catalyst TA-5 PT. Pertamina UP IV Cilacap Sebagai Papan Penyekat Tahan Air*, Naskah Publikasi, Direktorat Pengembangan Bakat/Minat Kesejahteraan Mahasiswa Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta, <http://kemahasiswaan.uii.ac.id/content/view/145/50/> diakses tanggal 25 Maret 2013
- Permana, Y, 2009, *Studi Penggunaan Limbah Pengilangan Minyak (Residium Catalytic Cracking 15, RCC 15) Pada Perbaikan Tanah Ekspansif (Studi Kasus Tanah Gede Bage Bandung)*, Simposium XII FSTPT Universitas Kristen Petra Surabaya, www.lib.itenas.sc.id diakses tanggal 25 November 2014
- Sudarsid, 1995, *Pengaruh Cleanset dan Kapur Terhadap Sifat Mekanis Lempung Bandung Yang Distabilisasi Pada Batas Lainnya Dalam Periode Perawatan Kering Dengan Menggunakan Teknik Baru*, Tesis Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung
- Sudirja, 2008, *Pengaruh Penambahan Spent Catalyst pada Stabilisasi Tanah Semen terhadap kembang susut dan Daya Dukung Tanah Ekspansif sebagai Subgrade Jalan*, Tesis jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang
- Supriyono, 1997, *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Kapur*, Media Teknik No. 1 tahun XIX Edisi Februari, hal. 55-68, UGM, Yogyakarta
- Suryolelono, K.B., 1999, *Potensi Variasi Campuran Abu sekam Padi dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung*, Forum Teknik Sipil No. VIII/1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.